

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ястребов Олег Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 27.05.2024 15:52:32
Уникальный программный ключ:
ca953a0120d891083f939673078ef1a989dae18a

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы»**

Инженерная академия

(наименование основного учебного подразделения (ОУП)-разработчика ОП ВО)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ НАНОУСТРОЙСТВ

(наименование дисциплины/модуля)

Рекомендована МССН для направления подготовки/специальности:

28.03.02 НАНОИНЖЕНЕРИЯ

(код и наименование направления подготовки/специальности)

Освоение дисциплины ведется в рамках реализации основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОП ВО):

НАНОТЕХНОЛОГИИ И НАНОМАТЕРИАЛЫ В ПРИБОРОСТРОЕНИИ

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

2024 г.

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Технология изготовления наноустройств» входит в программу бакалавриата «Нанотехнологии и наноматериалы в приборостроении» по направлению 28.03.02 «Наноинженерия» и изучается в 6 семестре 3 курса. Дисциплину реализует Базовая кафедра «Нанотехнологии и микросистемная техника». Дисциплина состоит из 5 разделов и 11 тем и направлена на изучение современных технологических решений, применяемых для создания приборов на основе 2D материалов из нанопорошков и нанокерамики

Целью освоения дисциплины является получение знаний в области технологий изготовления наноструктурированных материалов и полупроводниковых приборов на основе.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Технология изготовления наноустройств» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций (части компетенций):

Таблица 2.1. Перечень компетенций, формируемых у обучающихся при освоении дисциплины (результаты освоения дисциплины)

| Шифр | Компетенция | Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины) |
|------|--|--|
| ПК-3 | Способен организовывать и проводить экспериментальные исследования технологических модулей и процессов | ПК-3.1 Знает методики проведения экспериментальных исследований технологических модулей и процессов; ПК-3.2 Владеет методами экспериментальных исследований технологических модулей и процессов; |
| ПК-4 | Способен участвовать в испытаниях инновационной продукции наноиндустрии на закрепленном испытательном оборудовании в соответствии с методикой испытаний | ПК-4.1 Знает методики испытаний инновационной продукции наноиндустрии на закрепленном испытательном оборудовании; ПК-4.2 Владеет методами обработки результатов испытаний инновационной продукции наноиндустрии; |
| ПК-8 | Способен осуществлять подготовку технических решений по оптимизации технологического процесса изготовления микро- и наноразмерных электромеханических систем | ПК-8.1 Знает типовые технические решения по оптимизации технологического процесса изготовления микро- и наноразмерных электромеханических систем; ПК-8.2 Умеет осуществлять подготовку технических решений по оптимизации технологического процесса изготовления микро- и наноразмерных электромеханических систем; |

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Технология изготовления наноустройств» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы высшего образования.

В рамках образовательной программы высшего образования обучающиеся также осваивают другие дисциплины и/или практики, способствующие достижению запланированных результатов освоения дисциплины «Технология изготовления наноустройств».

Таблица 3.1. Перечень компонентов ОП ВО, способствующих достижению запланированных результатов освоения дисциплины

| Шифр | Наименование компетенции | Предшествующие дисциплины/модули, практики* | Последующие дисциплины/модули, практики* |
|-------------|--|---|---|
| ПК-3 | Способен организовывать и проводить экспериментальные исследования технологических модулей и процессов | Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы); | Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы); Технологическая практика; Преддипломная практика; Методы диагностики в нанотехнологиях; |
| ПК-4 | Способен участвовать в испытаниях инновационной продукции наноиндустрии на закрепленном испытательном оборудовании в соответствии с методикой испытаний | Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы); | Методы диагностики в нанотехнологиях; Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы); Технологическая практика; Преддипломная практика; |
| ПК-8 | Способен осуществлять подготовку технических решений по оптимизации технологического процесса изготовления микро- и наноразмерных электромеханических систем | Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы); Теоретическая механика; | Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы); Технологическая практика; Преддипломная практика; |

* - заполняется в соответствии с матрицей компетенций и СУП ОП ВО

** - элективные дисциплины /практики

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Технология изготовления наноустройств» составляет «4» зачетные единицы.

Таблица 4.1. Виды учебной работы по периодам освоения образовательной программы высшего образования для очной формы обучения.

| Вид учебной работы | ВСЕГО, ак.ч. | | Семестр(-ы) |
|---|----------------|------------|-------------|
| | | | 6 |
| Контактная работа, ак.ч. | 72 | | 72 |
| Лекции (ЛК) | 36 | | 36 |
| Лабораторные работы (ЛР) | 36 | | 36 |
| Практические/семинарские занятия (СЗ) | 0 | | 0 |
| Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч. | 45 | | 45 |
| Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч. | 27 | | 27 |
| Общая трудоемкость дисциплины | ак.ч. | 144 | 144 |
| | зач.ед. | 4 | 4 |

Общая трудоемкость дисциплины «Технология изготовления наноустройств» составляет «4» зачетные единицы.

Таблица 4.2. Виды учебной работы по периодам освоения образовательной программы высшего образования для заочной формы обучения.

| Вид учебной работы | ВСЕГО, ак.ч. | | Семестр(-ы) |
|---|----------------|------------|-------------|
| | | | 6 |
| Контактная работа, ак.ч. | 12 | | 12 |
| Лекции (ЛК) | 6 | | 6 |
| Лабораторные работы (ЛР) | 6 | | 6 |
| Практические/семинарские занятия (СЗ) | 0 | | 0 |
| Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч. | 123 | | 123 |
| Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч. | 9 | | 9 |
| Общая трудоемкость дисциплины | ак.ч. | 144 | 144 |
| | зач.ед. | 4 | 4 |

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 5.1. Содержание дисциплины (модуля) по видам учебной работы

| Номер раздела | Наименование раздела дисциплины | Содержание раздела (темы) | | Вид учебной работы* |
|---------------|---|---------------------------|---|---------------------|
| Раздел 1 | Классификация наноматериалов. Нанополупроводники. | 1.1 | Функциональная классификация наноматериалов и нанополупроводников. | ЛК, ЛР |
| Раздел 2 | 2D материалы | 2.1 | Технологии получения 2D материалов | ЛК, ЛР |
| | | 2.2 | Электрофизические свойства 2D материалов | ЛК, ЛР |
| | | 2.3 | Технологии изготовления нанополупроводников на основе 2D материалов | ЛК, ЛР |
| Раздел 3 | Нанопорошки | 3.1 | Технологии получения нанопорошков | ЛК, ЛР |
| | | 3.2 | Электрофизические свойства нанопорошковых материалов | ЛК, ЛР |
| | | 3.3 | Технологии изготовления нанополупроводников на основе нанопорошков | ЛК, ЛР |
| Раздел 4 | Нанокерамика | 4.1 | Технологии получения нанокерамики | ЛК, ЛР |
| | | 4.2 | Электрофизические свойства нанокерамических материалов | ЛК, ЛР |
| | | 4.3 | Технологии изготовления нанополупроводников на основе нанокерамики | ЛК, ЛР |
| Раздел 5 | Лимитеры лазерного излучения | 5.1 | Лимитеры лазерного излучения на основе фуллеренов | ЛК, ЛР |

* - заполняется только по **ОЧНОЙ** форме обучения: ЛК – лекции; ЛР – лабораторные работы; СЗ – практические/семинарские занятия.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 6.1. Материально-техническое обеспечение дисциплины

| Тип аудитории | Оснащение аудитории | Специализированное учебное/лабораторное оборудование, ПО и материалы для освоения дисциплины (при необходимости) |
|----------------------------|--|--|
| Лекционная | Аудитория для проведения занятий лекционного типа, оснащенная комплектом специализированной мебели; доской (экраном) и техническими средствами мультимедиа презентаций. | |
| Лаборатория | Аудитория для проведения лабораторных работ, индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная комплектом специализированной мебели и оборудованием. | |
| Для самостоятельной работы | Аудитория для самостоятельной работы обучающихся (может использоваться для проведения семинарских занятий и консультаций), оснащенная комплектом специализированной мебели и компьютерами с доступом в ЭИОС. | |

* - аудитория для самостоятельной работы обучающихся указывается **ОБЯЗАТЕЛЬНО!**

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература:

1. Наноматериалы и наноустройства в радиоэлектронике/ В.Д. Казаков – М.: Инфра-Инженерия, 2024 – 164 с.
2. Дзидзигури, Э. Л. Нанотехнологии. Вопросы исследований : учебное пособие / Э. Л. Дзидзигури, Е. Н. Сидорова. — Москва : Лаборатория знаний, 2024. — 128 с. — ISBN 978-5-93208-882-1.
- <https://e.lanbook.com/book/387590>
3. Асеев, А. Л. Полупроводники и нанотехнологии : учебное пособие / А. Л. Асеев. — Новосибирск : НГУ, 2023. — 144 с. — ISBN 978-5-4437-1360-1
- <https://e.lanbook.com/book/388283>
4. Наноэлектроника и наноматериалы : учебно-методическое пособие / А. Р. Быков, А. А. Зайцев, Д. В. Кузнецов, А. В. Сидоров. — Елец : ЕГУ им. И.А. Бунина, 2023. — 117 с. — ISBN 978-5-00151-387-2
- <https://e.lanbook.com/book/393311>

Дополнительная литература:

1. Нано- и биоконпозиты / под ред. А. К.-Т. Лау, Ф. Хуссейн, Х. Лафди ; пер. с англ. — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. — 390 с.
2. Наноматериалы. Нанотехнологии. Наносистемная техника/ П.П. Мальцев – М.: Техносфера, 2006 – 152 с.

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1. ЭБС РУДН и сторонние ЭБС, к которым студенты университета имеют доступ на основании заключенных договоров
- Электронно-библиотечная система РУДН – ЭБС РУДН
<http://lib.rudn.ru/MegaPro/Web>
- ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <http://www.biblioclub.ru>
- ЭБС Юрайт <http://www.biblio-online.ru>
- ЭБС «Консультант студента» www.studentlibrary.ru
- ЭБС «Троицкий мост»
2. Базы данных и поисковые системы
- электронный фонд правовой и нормативно-технической документации
<http://docs.cntd.ru/>
- поисковая система Яндекс <https://www.yandex.ru/>
- поисковая система Google <https://www.google.ru/>
- реферативная база данных SCOPUS
<http://www.elsevierscience.ru/products/scopus/>

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся при освоении дисциплины/модуля:*

1. Курс лекций по дисциплине «Технология изготовления наноустройств».

* - все учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся размещаются в соответствии с действующим порядком на странице дисциплины **в ТУИС!**

8. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Оценочные материалы и балльно-рейтинговая система* оценивания уровня сформированности компетенций (части компетенций) по итогам освоения дисциплины

«Технология изготовления наноустройств» представлены в Приложении к настоящей Рабочей программе дисциплины.

* - ОМ и БРС формируются на основании требований соответствующего локального нормативного акта РУДН.

РАЗРАБОТЧИК:

Доцент

Должность, БУП

Короннов Алексей

Алексеевич

Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛЬ БУП:

Заведующий кафедрой

Должность БУП

Попов Сергей Викторович

Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО:

Доцент

Должность, БУП

Макеев Мстислав

Олегович

Фамилия И.О.